

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-319778

(P2000-319778A)

(43)公開日 平成12年11月21日(2000.11.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 2 3 C 14/34

識別記号

F I

C 2 3 C 14/34

テームト\* (参考)

D 4 K 0 2 9

B 5 F 1 0 3

M

S

H 0 1 L 21/203

H 0 1 L 21/203

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-127440

(22)出願日

平成11年5月7日(1999.5.7)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 神谷 攻

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

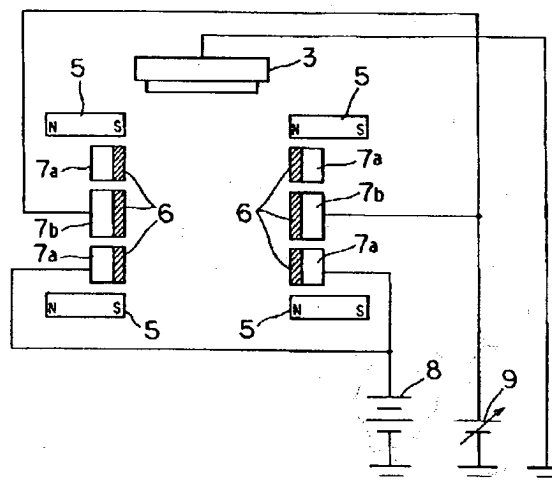
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スパッター装置及びスパッターターゲット

(57)【要約】

【課題】 反応性スパッターを効率よく実施でき、高品質な薄膜を高速で形成できるスパッター装置及びこの装置に用いるスパッターターゲットを提供する。

【解決手段】 スパッター源となる互いに対向配置した1対のスパッターターゲットを備えたスパッター成膜装置において、独立した輪帯状のスパッターターゲット7aを有することを特徴とするスパッター装置；及び、スパッター成膜装置のスパッター源として用いられるスパッターターゲットにおいて、独立した輪帯状であることを特徴とするスパッターターゲット7a。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スパッター源となる互に対向配置した1対のスパッターターゲットを備えたスパッター成膜装置において、独立した輪帯状のスパッターターゲットを有することを特徴とするスパッター装置。

【請求項2】 互に対向配置した1対のスパッターターゲットが、1対の独立した輪帯状のスパッターターゲットのみからなる請求項1記載のスパッター装置。

【請求項3】 互に対向配置した1対のスパッターターゲットが、1対の独立した輪帯状のスパッターターゲットと、各々の該輪帯状のスパッターターゲットの最内部の空隙に位置する1対の独立した円盤状のスパッターターゲットとからなり、各1対のターゲットはそれぞれ個別に電力を調整できる請求項1記載のスパッター装置。

【請求項4】 スパッターターゲットに供給するスパッター電力は、高周波、直流、低周波及びパルス状からなる群より選ばれる請求項1～3のいずれか一項記載のスパッター装置。

【請求項5】 1対の独立した輪帯状のスパッターターゲットに供給するスパッター電力と、1対の独立した円盤状のスパッターターゲットに供給するスパッター電力は、高周波、直流、低周波及びパルス状からなる群より選ばれる互に異なるスパッター電力である請求項3記載のスパッター装置。

【請求項6】 1対の独立した輪帯状のスパッターターゲットと、1対の独立した円盤状のスパッターターゲットとが、互に異なる材料からなる請求項3記載のスパッター装置。

【請求項7】 酸素、窒素、フッ素及び水素から成る群より選ばれる一種以上の反応性ガス、若しくは、該一種以上の反応性ガスとAr、He、Xe及びKrから成る群より選ばれる一種以上の不活性ガスとの混合ガスを使用する請求項1～6のいずれか一項記載のスパッター装置。

【請求項8】 スパッター成膜装置のスパッター源として用いられるスパッターターゲットにおいて、独立した輪帯状であることを特徴とするスパッターターゲット。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、半導体集積回路における、特にキャパシター、層間絶縁膜などの誘電体膜、液晶基板などのディスプレイ用基板上の透明電極や絶縁膜、及び、光学機器のレンズやプリズムの表面に成膜する反射防止膜や色分解フィルターなどの誘電体膜を形成するスパッター装置、及びこの装置に用いるスパッターターゲットに関する。更に詳しくは、金属酸化物、窒化物膜などを反応性スパッターで成膜する場合のターゲット構造に関する。

【0002】

【従来の技術】通常、半導体、光学、液晶基板などの素子の表面に、所望の膜を成膜するためには、スパッター装置が多用されている。このスパッター装置を用いて酸化物膜や窒化物膜などの金属化合物膜を得るには、化合物の量子化学量論的にみて、できるだけ完全な形の成膜が望まれる。例えば、光学薄膜としてアルミナ膜や石英膜をレンズやプリズム上に成膜する場合、紫外域、近紫外域で吸収の無い膜を得るには、完全なSiO<sub>2</sub>膜やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の形になっている必要がある。

【0003】これら金属化合物膜を得る為に、金属ターゲットを使用して、酸素または窒素ガス中でスパッターする反応性スパッター法が実施されており、通常よく使用されるスパッター装置として、平板型マグネトロンスパッター装置と対向型スパッター装置が挙げられる。

【0004】図4及び図5は、それぞれ、平板型マグネトロンスパッター装置及び対向型スパッター装置の構造とエロージョンを示す模式図である。これら装置は、両者とも、ターゲット4上に磁石5などの手段を設け、強磁場を形成して電子を閉じ込め、プラズマ密度を高めることにより、被成膜基板3上に高速で成膜できるという特徴を有する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】平板型マグネトロンスパッター装置においては、その構造上、磁場の強さは均一にはならず、図1に示すエロージョン領域1の断面形状に示すように、エロージョンは輪帯状に進行する。この状態では、スパッター粒子が均一に発生していないことが分かる。

【0006】対向型スパッター装置においては、平板型マグネトロンスパッター装置に比べると磁場がターゲット平面と垂直になっているので、プラズマ閉じ込め磁場を比較的均一にし易い。しかしながら、実際に図5に示すような構造では、磁場の強さは均一にはならず、中央部の凹んだエロージョン断面形状（エロージョン領域2）を呈する。

【0007】また、反応性スパッターを行う場合、ターゲットの元材料とガスの反応は、ターゲットの表面で起こり、化合物状態でスパッターされて基板上に化合物の膜を形成すると言われている。したがって、成膜速度を速めるには、プラズマ放電強度を上げる必要がある。しかし、プラズマ放電強度を上げていくと、ターゲット表面での反応速度がスパッター速度に追いつかず、未反応状態の材料がスパッターされることとなる。その結果、基板上に堆積される膜は化合物として不完全な状態となり、その抵抗値などの電気的特性や透過率などの光学的特性を悪化させる。すなわち、上記装置において、反応性スパッターを行う場合、その堆積速度は非常に小さく抑えられてしまうという問題があるのである。

【0008】本発明は、これら従来技術の課題を解決する為になされたものであり、反応性スパッターを効率よ

く実施でき、高品質な薄膜を高速で形成できるスパッター装置及びこの装置に用いるスパッターターゲットを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、スパッタ源となる互いに対向配置した1対のスパッターターゲットを備えたスパッター成膜装置において、独立した輪帯状のスパッターターゲットを有することを特徴とするスパッター装置である。

【0010】さらに本発明は、スパッター装置のスパッタ源として用いられるスパッターターゲットにおいて、独立した輪帯状であることを特徴とするスパッターターゲットである。

【0011】

【発明の実施の形態】一般に、金属ターゲット材料を使用した装置を用いて基板上に酸化物薄膜を形成するには、反応性スパッターを行えばよい。例えば、スパッターガスであるArなどの不活性ガスに、酸素などのガスを混合して用いれば、金属ターゲット材料の酸化物薄膜を形成できる。

【0012】このような反応性スパッターにおいては、酸素イオンなどの活性酸素によりターゲット表面の金属が酸化され、その酸化層がスパッター成膜されることが、基板上で完全な酸化物を得る上で重要な要件といわれている。ターゲット基板上での単位面積当たりの酸化速度を $S_o$ とし、そのスパッター速度を $S_s$ とすれば、完全な酸化物薄膜を得るには、以下の不等式

$$S_s < S_o$$

を満たさなければならない。ここで、ターゲット表面の酸化速度は、酸素活性種が十分存在している場合、すなわちスパッターガス中の酸素濃度が十分である場合、ターゲット全表面にわたってほぼ均一になると考えられる。

【0013】一方、基板上への酸化物膜の成膜速度は、ターゲットのスパッター速度×面積となるから、成膜速度を最大にするためには、ターゲット全面にわたって均一に以下の等式

$$S_s \approx S_o$$

を満たす必要がある。それ故に、反応性スパッターにおいて、高速に酸化物薄膜を得るには、スパッターターゲット上全面において均一にスパッターされるターゲット構成をもつスパッター値が必要になる。

【0014】すなわち、ターゲット上のスパッター領域（すなわちエロージョン領域）が輪帯状または楕円形状をなし、磁場の強さが場所により異なり、スパッター速度がエロージョン領域で均一にならない図4に示したような平板型マグネトロンスパッター装置では、スパッター速度分布は図2のグラフのような形になり、効率良く成膜できない。

【0015】また、対向型スパッター装置は、平板型マ

グネトロンスパッター装置と比較して、磁場をより均一に設定できるので好ましいが、通常そのスパッター速度分布は、同じくターゲットの中心軸を対称に図2のグラフのような形になり、中心部の速度が高い。ここで、 $S_s$ はターゲット中心の $S_o$ 以下でなければならない、面積の広い輪帯部においてはスパッター速度がさらに抑えられることになり、効率よく成膜できない。

【0016】一方、本発明においては、速度が均一な範囲の輪帯状のターゲット部を分離して用い、かつ所望によりプラズマの密度の高い中心部のターゲット部も併用することにより、図3のグラフに示す均一なスパッター速度分布を得ることができる。すなわち、従来の装置では、ターゲットの表面をスパッターする速度が均一ではないために、スパッター速度とターゲット表面の反応速度のバランスがくずれ、膜質の低下をもたらしていたが、本発明では、ターゲット表面をできるだけ均一にスパッターされ得る構成のスパッターターゲットを用いることにより、高品質の膜を高速で成膜できるのである。

【0017】以下、本発明の好適な実施形態について説明する。

【0018】図1は、本発明の対向型スパッター装置の構造及びエロージョンを例示する模式図である。

【0019】この装置は、被成膜基板3上に成膜を行う為のスパッター源である互いに対向配置した1対のターゲット7a、7bと、強磁場を形成して電子を閉じ込めプラズマ密度を高める為に同心円上に配された磁石5と、各ターゲット7a、7bにスパッター電力を供給する電源8、9を備える。

【0020】ターゲット7aは輪帯状の形状を呈し、1対の独立したターゲットとして構成されている。また、ターゲット7bは円盤状の形状を呈し、各々の輪帯状のスパッターターゲット7aの最内部の空隙に位置する1対の独立したターゲットとして構成されている。各1対のターゲット7a、7bはそれぞれ個別に電源8、9に接続され、独立して電力を供給できるようになっている。

【0021】ターゲット7aの輪帯状の外形は、真円形状だけでなく、本発明の効果が得られる範囲内において、各種条件に応じて若干の変形を施しても構わない。

【0022】対向する一対の輪帯状のターゲット7aには、プラズマを生起させるための放電電力を供給する。通常、直流または13.56MHz程度の高周波電力を供給するのが一般的である。ただし、目的に応じて1.0MHz以上のVHF周波や数十Hz程度の交流、あるいは高周波にDCを重ねたものやKHz程度のパルス周波を重ねさせてもよい。ターゲット7aが金属材料の場合はDC、誘電体や半導体などの絶縁性材料の場合は高周波を使用する場合が多い。

【0023】DC電源は、ターゲットと電源の間にマッチング回路を挿入する必要が無くシンプルであり、設備

コストも比較的安価である。ただし、反応性スパッターの場合は、ターゲット表面が酸化してチャージアップし易く、成膜条件によってはアーク放電などの異常放電を起こすこともあるので、高周波電源を使用する場合もある。

【0024】これらの電源を各輪帯に供給し、その電力を調整することにより、ターゲットの径方向のプラズマ密度を均一にすることができ、ターゲットの全域にわたりスパッター速度 $S_s$ は一定となる。

【0025】通常の対向型ターゲットスパッター方式では、ターゲットの周辺部よりも中心部の磁場が強くなる。したがって、これを補正する為に、周辺部の輪帯状のスパッターターゲット7aに比較して、内側の円盤状のスパッターターゲット7bの供給電力を減らし、全体としてプラズマを均一化すればよい。また、両者の供給電力の種類を異ならせることもできる。

【0026】これによりターゲット全面にわたり、図3に示すようにほぼ均一なスパッター速度と酸化速度が得られ、図1に示すようなほぼ均一なエロージョン領域6を呈し、良質な酸化物薄膜等を高速で堆積することが可能となる。

【0027】導入する反応性ガスとしては、例えば、酸化物を得る場合は酸素、窒化物を得る場合は窒素、その他フッ化物、水素化物等はそれぞれフッ素、水素を使用すればよい。また、これら反応性ガスと、希釈ガス及びプラズマガスとしてのAr、He、Xe、Kr等の不活性ガスとの混合ガスを使用する場合が多い。

【0028】また、各種材料の混合薄膜を得る場合は、各1対のターゲット7a、7bを異なる材料で構成すればよい。例えば、輪帯状のスパッターターゲット7aにアルミを使用して、円盤状のスパッターターゲット7bにはシリコンを使用することもできる。異なる材料で構成する場合は、それぞれの材料で酸化速度とスパッター速度が異なるので、それぞれの材料に合わせた電力を供給する必要がある。

【0029】本発明においては、前述のように磁場が均一にならないマグネトロン方式のスパッターよりも、磁場を均一化し易い対向型ターゲットスパッター方式を採用することにより、より良好な成膜を可能にしている。

【0030】図1に示した装置においては、輪帯状のスパッターターゲット7aと、円盤状のスパッターターゲット7bとを併用したが、円盤状のスパッターターゲット7bを省略し、輪帯状のスパッターターゲット7aのみを用いてもよい。この場合はターゲットに供給する電源は1つでよく、装置自身が単純化されるので、安価なスパッター装置になる。

【0031】また、輪帯状のスパッターターゲット7aの外側に、さらに一個又は複数個の輪帯状のスパッターターゲットを所望に応じて追加してもよい。この場合、追加したターゲットについても独立して電力を供給でき

るようにすればよい。

【0032】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明する。

【0033】＜実施例1＞真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外径20cm、内径10cmの輪帯状アルミターゲットを用いた。また、その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、このターゲットには、13.56MHzの高周波を供給した。

【0034】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空度に排気した後、1パスカルの真空度になるように、酸素-アルゴンの50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、高周波電力を1KW投入して石英基板上に厚さ1 $\mu$ mのアルミナ膜を形成した。このときの成膜速度は10A/Secであった。

【0035】このアルミナ膜について、紫外分光光度計により、波長200nmの波長で光吸収損失を測定したところ、光吸収損失0.1%以下の高品質な膜であった。

【0036】＜実施例2＞真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外径20cm、内径10cmの輪帯状アルミターゲットと、その内側に配置された外径9cmの円盤状アルミターゲットを用いた。また、その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、各ターゲットには、それぞれ直流電力を供給した。

【0037】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空度に排気した後、1パスカルの真空度になるように、酸素-アルゴンの50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、外側の輪帯状ターゲットに直流電力を1KW投入し、さらに内側の円盤状ターゲットに500Wの直流電力を投入して、均一なプラズマを形成した。

【0038】そして、このプラズマによるスパッタリングと、酸素-アルゴンの混合ガスによるターゲット表面での酸化進行とのバランスがとれるように、内側、外側の電力を調整してスパッター成膜を開始し、石英基板上に厚さ1 $\mu$ mのアルミナ膜を形成した。このときの成膜速度は15A/Secであった。

【0039】このアルミナ膜について、実施例1と同様に評価したところ、光吸収損失0.1%以下の高品質な膜であった。

【0040】＜実施例3＞真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外

径20cm、内径10cmの輪帯状シリコンターゲットと、その内側に配置された外径9cmの円盤状シリコンターゲットを用いた。また、その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、各ターゲットには、それぞれ高周波電力を供給した。

【0041】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空中に排気した後、1パスカルの真空中度になるように、酸素-アルゴン

の50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、外側の輪帯状ターゲットに高周波電力を1KW投入し、さらに内側の円盤状ターゲットに500Wの高周波電力を投入して、均一なプラズマを形成した。

【0042】そして、このプラズマによるスパッタリングと、酸素-アルゴンの混合ガスによるターゲット表面での酸化進行とのバランスがとれるように、内側、外側の高周波電力を調整してスパッター成膜を開始し、シリコン基板上に厚さ300Åの酸化シリコン膜を形成した。このときの成膜速度は8Å/Secであった。

【0043】この酸化シリコン膜について、実施例1と同様に評価したところ、光吸収損失0.1%以下の高品質な膜であった。

【0044】<実施例4>真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外径20cm、内径15cmの輪帯状アルミターゲットと、その内側に配置された外径14cm、内径10cmの輪帯状シリコンターゲットと、さらにその内側に配置された内径9cmの円盤状アルミターゲットを用いた。その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、各ターゲットには、それぞれ高周波電力を供給した。

【0045】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空中に排気した後、1パスカルの真空中度になるように、酸素-アルゴンの50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、外側の輪帯状ターゲットに高周波電力を800W投入し、内側の円盤状アルミターゲットに300Wの高周波電力を投入し、さらに中間の輪帯状アルミターゲットには500Wの高周波電力を投入して、均一なプラズマを形成した。

【0046】そして、このプラズマによるスパッタリングと、酸素-アルゴンの混合ガスによるターゲット表面での酸化進行とのバランスがとれるように、内側、中間、外側の高周波電力を調整してスパッター成膜を開始し、石英基板上に厚さ500Åの酸化シリコンの含有率がおよそ20%のアルミナ膜を形成した。このときの成膜速度は10Å/Secであった。

【0047】このアルミナ膜について、実施例1と同様に評価したところ、光吸収損失0.1%以下、屈折率は1.58の高品質な膜であった。

【0048】<実施例5>真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外径20cm、内径10cmの輪帯状アルミターゲットのみを用いた。また、その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、ターゲットには、13.56MHzの高周波を供給した。

【0049】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空中に排気した後、1パスカルの真空中度になるように、酸素-アルゴンの50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、高周波電力を1KW投入して、石英基板上に厚さ1μmの窒化アルミナ膜を形成した。このときの成膜速度は8Å/Secであった。

【0050】この窒化アルミナ膜について、紫外分光光度計により、波長400nmの波長で光吸収損失を測定したところ、光吸収損失0.05%以下の高品質な膜であった。

【0051】<実施例6>真空チャンバー内に、1対の対向したターゲットを配した。このターゲットには、外径20cm、内径10cmの輪帯状アルミターゲットと、その内側に配置された外径9cmの円盤状アルミターゲットを用いた。また、その外周部に希土類磁石を同心円上に配した。この構造の2個のターゲットを向かい合わせに配置し、ターゲット上でほぼ均一な磁場を形成した。また、外側の輪帯状ターゲットには直流電力を供給し、内側の円盤状のターゲットには、高周波電力を供給した。

【0052】この対向ターゲットを備えたスパッター装置を用い、予め $10^{-4}$ パスカル以下の真空中に排気した後、1パスカルの真空中度になるように、酸素-アルゴンの50%-50%の混合比のスパッターガスをチャンバー内に導入し、外側の輪帯状ターゲットに直流電力を1KW投入し、さらに内側の円盤状ターゲットに500Wの高周波電力を投入して、均一なプラズマを形成した。

【0053】そして、このプラズマによるスパッタリングと、酸素-アルゴンの混合ガスによるターゲット表面での酸化進行とのバランスがとれるように、外側の直流電力を調整してスパッター成膜を開始し、石英基板上に1μmのアルミナ膜を形成した。このときの成膜速度は15Å/Secであった。

【0054】このアルミナ膜について、実施例1と同様に評価したところ、光吸収損失0.1%以下の高品質な膜であった。

【0055】

【発明の効果】以上、述べたように本発明によれば、反

応性スパッターを効率よく実施でき、高品質な金属化合物薄膜等の薄膜を高速で形成できるスパッター装置及びこの装置に用いるスパッターターゲットを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対向型スパッター装置の構造及びエロージョンを示す模式図である。

【図2】従来のスパッター装置におけるスパッター速度分布及び表面反応速度分布を示すグラフである。

【図3】本発明のスパッター装置におけるスパッター速度分布及び表面反応速度分布を示すグラフである。

【図4】従来の平板型マグネトロンスパッター装置の構造

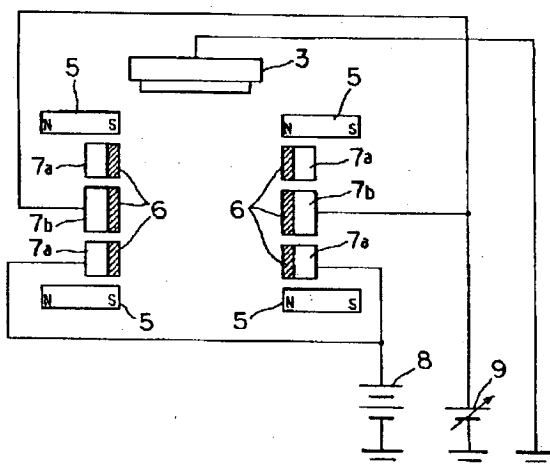
\* 造とエロージョンを示す模式図である。

【図5】従来の対向型スパッター装置の構造とエロージョンを示す模式図である。

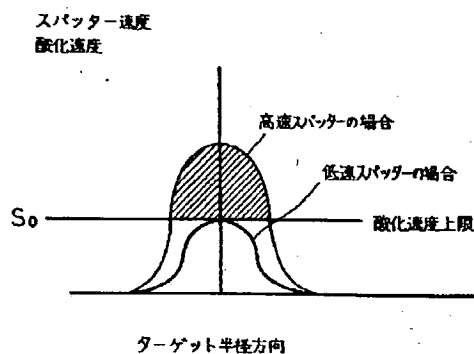
【符号の説明】

- 1、2 エロージョン領域
- 3 被成膜基板
- 4 ターゲット
- 5 磁石
- 6 エロージョン領域
- 7a 輪帯状のターゲット
- 7b 円盤状のターゲット
- 8、9 電源

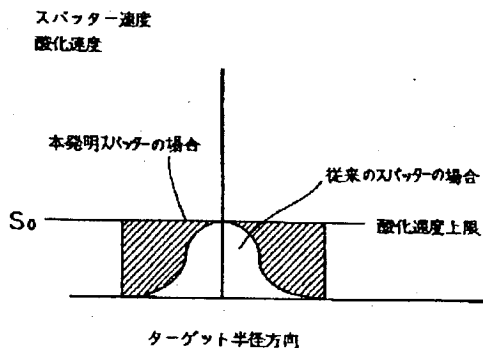
【図1】



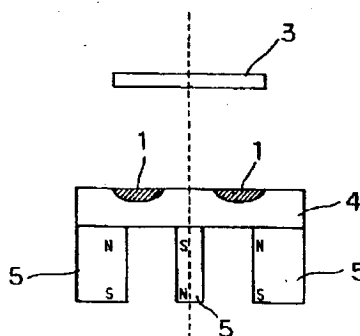
【図2】



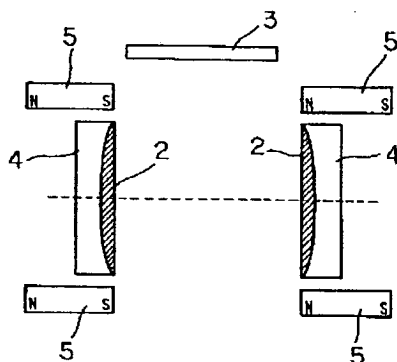
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K029 AA08 BA44 BA46 BA58 BA64  
BD01 CA06 DC03 DC05 DC12  
DC15 DC16 DC33 DC34 DC35  
DC40 EA05 EA09  
5F103 AA08 BB05 BB14 BB22 BB23  
DD27 HH03 HH04 NN10 RR01  
RR05